

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-201373

(43)Date of publication of application : 06.09.1986

(51)Int.Cl.

G06F 15/62

G06K 9/00

(21)Application number : 60-042192

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 04.03.1985

(72)Inventor : OKAJIMA KENJI

(54) PROCESSING METHOD FOR IMAGE SIGNAL

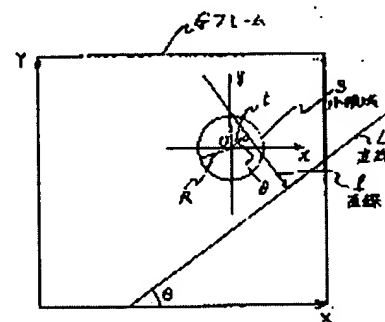
(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the quantity of calculation for an autocorrelation function, etc., in a local area by projecting the light-shade degree of picture elements in the local area on segments which have various predetermined angles and are on the same plane with the picture elements.

CONSTITUTION: The picture elements in a small area (s) in an image to be processed are projected on a straight line L which has an angle θ to an X axis. Namely, values of picture elements on a straight line l which has an angle $\theta + \pi/2$ and is at distance (t) from a center (o) are summed up and stored in an address (t, θ) of an image memory repeatedly while (t) is varied from $-R$ to $+R$ and θ is varied from (o) to π . When the contents of the address (t, θ) are denoted as $A(t, \theta)$, a two-dimensional spatial frequency power spectrum $P(k, \theta)$ regarding the index (t) is obtained by squaring the absolute value of a linear discrete Fourier transform $F(k, \theta)$ regarding the index (t) of the $A(t, \theta)$.

$$F(k, \theta) = \sum A(t, \theta) \exp(-i 2\pi k t) \quad (1)$$

$$P(k, \theta) = |F(k, \theta)|^2 \quad (2)$$



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭61-201373

⑫ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)9月6日

G 06 F 15/62
G 06 K 9/006615-5B
Z-8320-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 画像信号の処理方法

⑮ 特 願 昭60-42192

⑯ 出 願 昭60(1985)3月4日

⑰ 発 明 者 岡 島 健 治 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

画像信号の処理方法

2. 特許請求の範囲

画像信号に対して、その画像中の一部の領域を
 取り出し、その領域中の画素の明暗度を、前もっ
 て定めた様々な角度を持つ、画像と同一平面上に
 ある線分上に投影し、これらの各投影像の、該線
 分上の座標に關しての自己相関関数もしくは空間
 周波数パワースペクトルを求めることを特徴とす
 る画像信号の処理方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、画像信号の処理方法に關する。

(従来技術とその問題点)

画像処理においては、平均、分散などの様々な
 統計量を局所的に計算して、パターン認識、あるいは

はテクスチャ弁別等に利用することがなされて
 いる(例えば鳥船、横井：画像処理のアルゴリズム
 Ⅱ、情報処理、21巻、p613 参照)。画像の
 局所的な空間周波数パワースペクトル、あるいは
 局所的な自己相関関数を計算することもまたテク
 スチャの分析、あるいはパターン認識を行なう上
 で、有用な処理であると考えられるのだが、その
 場合計算量が膨大になるために実用化には難点が
 あった。

(発明の目的)

本発明の目的は、画像の局所的な空間周波数パ
 ワースペクトル、あるいは局所的な自己相関関数
 を計算する上での、このような従来の問題点を取
 り除き、これらを少ない計算量で高速に処理する
 画像信号の処理方法を提供することにある。

(発明の構成)

本発明による画像信号の処理方法は、画像の局
 所的な自己相関関数、あるいは空間周波数パワ
 ースペクトルを計算するための計算量を減少させる
 という要求を、画像中の目的とする領域を取り出

して、その領域中の画素の明暗度を、前もって定めた様々な角度を持つ、画像と同一平面上にある面分上へと投影し、これらの各投影像についてその自己相関関数、もしくは空間周波数パワースペクトルを該面分上の座標に関して求めるといふ処理を行なうことによって実現する。

(実施例)

第1図は本発明の一実施例の処理方法を実施するブロック図、第2図は第1図の処理を施す画像例を示す平面図、第3図は本発明の他の実施例の処理方法を実施するブロック図、第4図は第3図の処理を施す画像例を示す平面図である。

第1図に示すように、本実施例において、テレビカメラもしくはイメージスキャナなどからなる撮像装置1はボタンを撮像もしくは走査して、画像情報信号に変換する。この画像情報信号は、A/D変換器2によって画素ごとに、明暗度が数値化されて、画像メモリ3に収納される。本実施例による処理方法では、この画像メモリ3に収納された画像情報信号に対して、まずプロセッ

サ14を用いて以下のような変換を施す。

まず画像中の処理を施したい所定の領域から画素を取り出す。この領域の形状および大きさは任意であるが、ここでは簡単のため半径Rの円形の領域の場合について説明する。第2図に円内での小領域Sを、これから処理を施す領域とする。また画像のフレームGおよびX軸、Y軸を第2図のように定める。この小領域S中の画素を、X軸に対して角度 θ をなす直線L上に投影する。即ち角度 $\pi/2 + \theta$ で、考えている小領域Sの中心Uからの距離が1であるような直線L上にある画素の値を加算して、その値を第1図に示した画像メモリ5中の(1, θ)で指定されるアドレスに収納する。

このような投影を、1は-RからRまでの範囲で、また θ は0から π までの範囲で、前もって定めたサンプリング間隔で変化させて実行する。このサンプリング間隔で画像の分解能が決まる。

以上述べたような変換はいわゆるX線CTなどにおける投影データの測定に類似している。X線

CTなどの各種CTにおいては、細く絞ったビームをスキャンさせながら対象に照射し、検出器によって透過量を測定してこのX線の感度値をもとめる。この時X線の感度値は、ビーム上の直線によっての対象物の密度の積分値に比例する。従って、このようなスキャンを角度を変えながら実行することによって、もしも本処理における場合の画素の明暗度をX線CTの場合における対象物の密度と見なすならば、ちょうど本処理における画像の(1, θ)表現に対応するものが、X線CTの場合には投影データとして得られることになる。

良く知られているように、X線CTにおいてはこのようなして得られた投影データを計算機処理することによって元の物体の密度分布を再現することができる。全く同様に、前述した処理により得られた画像の(1, θ)表現からサンプリング間隔で決まる分解能の範囲で、元の画像を再生することが可能である。従って、本処理における前述の変換により画像の情報が欠落することはない。

プロセッサ14によってこのような変換を施しておく、後に画像の局所的な自己相関関数あるいは空間周波数パワースペクトルを計算する際の処理量を大幅に減少させることができるのである。

次に、このようにして得られた画像メモリ5中のデータに対して、プロセッサ16が以下のような処理を施す。

今、画像メモリ5中のアドレス(1, θ)における値を $A(1, \theta)$ と置く。

例えば、2次元空間周波数パワースペクトルを求めたい場合には、 $A(1, \theta)$ に対して次のような処理を施す。

$$F(k, \theta) = \sum_l A(1, \theta) \exp(-i2\pi k l) \dots (1)$$

$$P(k, \theta) = |F(k, \theta)|^2 \dots (2)$$

ここで、(1)式の $F(k, \theta)$ の添え字1に関する1次元の離散フーリエ変換を、 $P(k, \theta)$ の添え字1に関する1次元の空間周波数パワースペクトルを採得す。(1)式の処理は、高速フーリエ

変換のアルゴリズムによって実行することが可能であり、その場合には、より一層の処理時間の短縮が期待できる。

あるいはまた、画像の局所的な自己相関関数を求めたいような場合には、 $A(1, \theta)$ に対して次のような処理を施す。

$$C(d, \theta) = \int A(1) A(1-d)$$

ここで、 $C(d, \theta)$ は、 $A(1, \theta)$ の変換字 1 に関する自己相関関数である。

$P(k, \theta)$ は、元の画像の 2 次元空間周波数パワースペクトルを極座標表示したものになって

いる。また、 $C(d, \theta)$ は、画像の局所的な自己相関関数そのものではないが、それを、元画像に対して今施したのと全く同様の変換を施して $(1, \theta)$ 表示したものに等しい。これらのことは、次のようにして解析的に証明し得る。

今、 $\vec{r} = (X, Y)$ の位置にある画素の値を $a(\vec{r})$ で表わすとする。すると、上述の $A(1, \theta)$ は、

$$= \sum_{\vec{r}_1, \vec{d}} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_1 + \vec{d}) \delta(d - |\vec{d}|) \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)$$

$$= \sum_{\vec{d}} c(\vec{d}) \delta(d - |\vec{d}|) \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)$$

$$\text{ここで、} c(\vec{d}) = \sum_{\vec{r}} a(\vec{r}) a(\vec{r} + \vec{d})$$

と計算される。

これは(3)式と見比べればわかるように画像の自己相関関数 $C(\vec{d})$ を $(1, \theta)$ 表示したものにほかならない。

次に、 $P(k, \theta)$ であるが、ウィナー・キンチン (Wiener - Khinchin) の定理によると、 $A(1, \theta)$ の 1 に関する空間周波数パワースペクトル $P(k, \theta)$ は、 $A(1, \theta)$ の 1 に関する自己相関関数 $C(d, \theta)$ の d に関するフーリエ変換に等しい。従って $P(k, \theta)$ は、

$$P(k, \theta) = \int C(d, \theta) \exp(-i 2\pi k \cdot d)$$

で与えられる。これを変形すると、

$$A(1, \theta) = \sum_{\vec{r}} a(\vec{r}) \delta(1 - r \cos(\phi_{\vec{r}} - \theta)) \quad (3)$$

$$\text{ここで } r = |\vec{r}|, \phi_{\vec{r}} = \arg(\vec{r}), \delta(x) =$$

$$\begin{cases} 1 & x=0 \\ 0 & x \neq 0 \end{cases}$$

で与えられる。このとき $A(1, \theta)$ の変換字 1 に関する自己相関関数 $C(d, \theta)$ は、

$$C(d, \theta) = \int A(1, \theta) A(1-d, \theta)$$

$$= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{d}} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(1 - r_1 \cos(\phi_{\vec{r}_1} - \theta)) \delta(1-d - r_2 \cos(\phi_{\vec{r}_2} - \theta))$$

$$= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(-d + r_1 \cos(\phi_{\vec{r}_1} - \theta) - r_2 \cos(\phi_{\vec{r}_2} - \theta))$$

$$= \sum_{\vec{r}_1, \vec{r}_2} a(\vec{r}_1) a(\vec{r}_2) \delta(d - |\vec{r}_1 - \vec{r}_2| \cos(\phi_{\vec{r}_1} - \phi_{\vec{r}_2} - \theta))$$

$$P(k, \theta) = \int_{d, \vec{d}} C(\vec{d}) \delta(d - |\vec{d}| \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)) \exp(-i 2\pi k \cdot d)$$

$$= \int_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(-i 2\pi k \cdot \vec{d}) \cos(\phi_{\vec{d}} - \theta)$$

$$= \int_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(-i 2\pi \vec{k} \cdot \vec{d})$$

$$= \int_{\vec{d}} C(\vec{d}) \exp(i 2\pi \vec{k} \cdot \vec{d})$$

$$\text{ここで、} \vec{k} = (k \cos \theta, k \sin \theta)$$

と計算され、これはやはりウィナー・キンチンの定理により、画像 $a(\vec{r})$ の 2 次元の空間周波数パワースペクトル $P(\vec{k})$ に等しい。従って、 $P(k, \theta)$ は、2 次元の空間周波数パワースペクトル $P(\vec{k})$ を、極座標表示したものにほかならない。

前述したように、画像の $(1, \theta)$ 変換から元の画像を再生することが可能であるのと全く同様の理由により、 $C(d, \theta)$ から、元の画像の局所的な自己相関関数を再現することができる。その意味において、 C は元の画像の局所的な自己相

関関数と同等の情報量を含んでいると言ってよい。

さて、画像の2次元の空間周波数パワースペク

トルあるいは、自己相関関数を計算しようとする
と、画像の画素数を $\sim N^2$ とすると $\sim N^4$ 個の計
算(掛け算)が必要である(高速フーリエ変換を
利用すれば、この数はより減少する)。ところが、
本発明例による処理方法では、掛け算を必要とす
るフーリエ変換、あるいは自己相関関数の計算は、
1次元の添え字(i)に關してのみ実行すればす
むため、この計算量は $\sim N^3$ 個に減少している。
これが、本発明例による処理方法が高速処理を現
現できる原因になっている。

このようにして得られた処理結果(P もしくは
 C)は次の判定ユニット7に送られ、そこでパタ
ン認識あるいはテクスチャ判別などの処理のた
めに利用される。

第3図に、本発明による処理をマルチプロセッ
サ構成にしてパターン認識装置に應用した他の実
施例のブロック図を示す。

画像走査部1から入力されたパタンの画像情報

パワースペクトルは提示されたパタンを並進移動
させても不変であるから、このような処理方法に
よって得られる $P(k, \theta; i)$ の3次元パターン
は、小領域 S_i の大きさ程度のパタンの位置ずれ
に対しては非常に安定である。従って第3図に示
したような方法によって、パタンの位置ずれに強
いパターン認識を高速に実行できる画像信号の処理
方法が実現できる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明は、画像の明暗度を
画像平面上の様々な角度の線分上に投影し、その
投影データを処理することにより、画像の局所的
な自己相関関数あるいは局所的な空間周波数スペ
クトルを、従来の方法に比べはるかに少ない計算
量で求めることができる効果がある。

自己相関関数を求める場合には、画素数を $\sim N^2$
とすると、通常の方法では $\sim N^4$ 個の計算量(掛
け算)を要するのに対して、本発明による方法に
よれば $\sim N^3$ 個の計算量(掛け算)ですむ(空間
周波数スペクトルを求める場合には、高速フーリ

エ変換は、A/D変換器2によって画素ごとに、明
暗度が数値化されて、画像メモリ3に収納され

る。本実施例による処理では、この画像をお互い
にオーバーラップするいくつかの小領域 $S_1 \sim S_i$
に分割する。第4図にこの分割の例を示してある。
第4図では小領域 $S_1 \sim S_i$ の形状は円になってい
るが、この形状は任意である。

第3図に示した他の実施例では、分割された各
小領域 $S_1 \sim S_i$ に対して上述したような処理がそ
れぞれ専用のプロセッサ4₁～ i および6₁～ i に
より並列に実行される。各小領域 $S_1 \sim S_i$ を区別
する添え字を i で表わし、 i 番目の小領域 S_i で
の処理結果を $P(k, \theta; i)$ で表わす。各プロ
セッサにより計算された $P(k, \theta; i)$ は、
次のパターン判定ユニット8へ送られる。このパタ
ン判定ユニット8では、この3次元パターン $P(k,$
 $\theta; i)$ に対して、前もって今述べたと同様の処
理を施しておいた標準パターンを用いてテンプレ
ートマッチングを施してパターン判定を行なう。

よく知られているように、パタンの空間周波数

変換を利用すると、この計算量の低減はこの評
価よりも減少するが、やはり大確な計算量の削減
が実現できる)。

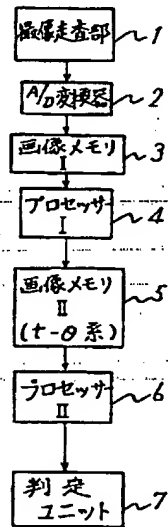
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の処理方法を実施す
るブロック図、第2図は第1図の処理を施す面
像例を示す平面図、第3図は本発明の他の実施例
の処理方法を実施するブロック図、第4図は第3
図の処理を施す平面図である。

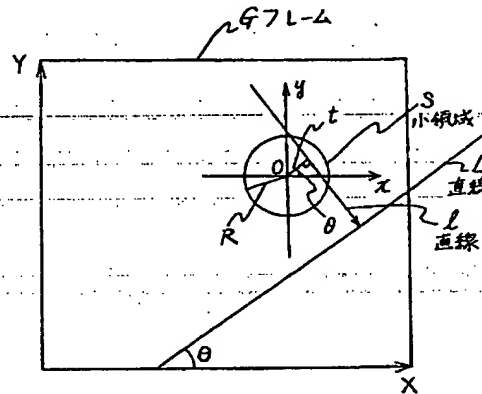
1……画像走査部、2……A/D変換器、3……
画像メモリ、4、4₁～ i ……プロセッサ1、
5、5₁～ i ……画像メモリ、6、6₁～ i ……プ
ロセッサ1、7……判定ユニット、8……パタ
ン判定ユニット。

代理人 弁理士 内 原 賢

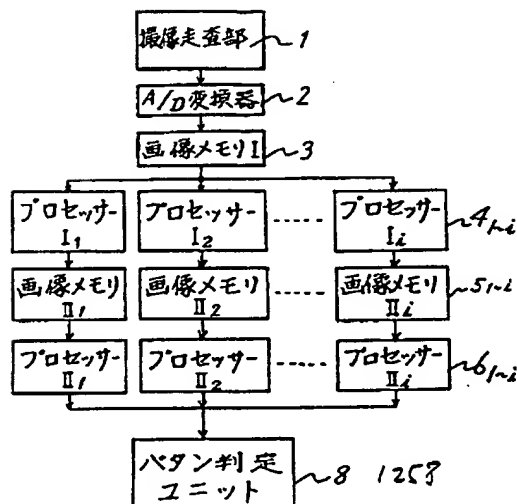
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

